

HEAT-TRANSFER PIPE AND MANUFACTURE OF THE SAME

Patent Number: JP4339530
Publication date: 1992-11-26
Inventor(s): ISOZAKI AKIO; others: 02
Applicant(s):: KOBE STEEL LTD
Requested Patent: ☐ JP4339530
Application Number: JP19910111813 19910516
Priority Number(s):
IPC Classification: B21D53/06 ; B21C37/15 ; F28F1/40 ; F28F13/02
EC Classification:
Equivalents: JP2721755B2

Abstract

PURPOSE: To obtain a heat-transfer pipe, which provides heat-transfer pipe having structure for generating more active boiling in inside thereof and on the other hand, obtains long length and miniaturized in low cost at the same time.

CONSTITUTION: This heat-transfer pipe with inside grooves has mutually the grooves 8 having 0.3mm depth (h) and 18 deg. leading angle and crests 9 having the tri-angle shape of cross section with 30 deg. angle of summit part alpha and satisfies relations of $h \geq 2w$ and y

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-339530

(43) 公開日 平成4年(1992)11月26日

技術表示箇所

(51) Int.Cl.³

B 2 1 D 53/06

B 2 1 C 37/15

F 2 8 F 1/40

13/02

識別記号

G 6689-4E

K 6778-4E

E 7153-3L

7153-3L

庁内整理番号

F I

審査請求 未請求 請求項の数2(全5頁)

(21) 出願番号

特願平3-111813

(22) 出願日

平成3年(1991)5月16日

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 磯崎 昭夫

神奈川県秦野市渋沢539-4

(72) 発明者 石川 守

神奈川県秦野市曾屋698-1

(72) 発明者 西部 実

神戸市北区泉台5-1-10

(74) 代理人 弁理士 金丸 章一

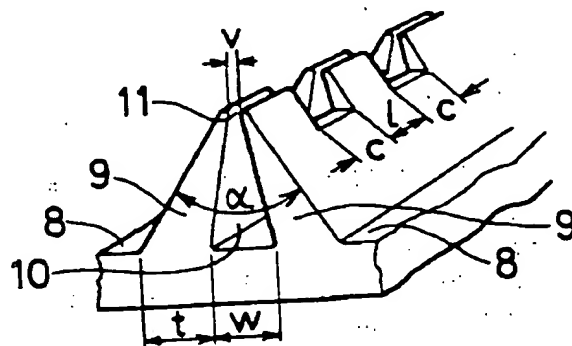
(54) 【発明の名称】 伝熱管およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 伝熱管の内面に、沸騰がより活発に起こり得る構造の伝熱面を備える一方、長尺化、小径化ならびに低コスト化を同時に果たす。

【構成】 深さ h が 0.3mm 、リード角 18° の溝 (8) と、山頂角 α が 30° の断面三角形の山 (9) とを交互に有し、溝底幅 w 、溝深さ h 、山底幅 t の間が $h \geq 2w$ 、 $t < w$ の関係を満たし、隣り合う山 (9)、(9) の山頂に開口幅 v が $0.05 \sim 0.15\text{mm}$ である間隙 (11) を有し、且つこの間隙 (11) に連通して山 (9)、(9) に挟まれてなるトンネル状通路 (10) が長手方向に延びてなる内面溝付伝熱管。

【効果】 冷媒沸騰の際、大きい過熱度を必要としないことから高い伝熱特性が得られ、また、板を加工し溶接によって管に成形するので小径化、長尺化および連続的且つ量産的に管成形が可能であって低コストの伝熱管を容易に得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内面にらせん状の溝を有する内面溝付伝熱管であって、溝のリード角 β が 5° 乃至 30° の範囲であり、溝断面形状が実質的に台形であり、溝底幅 w 、溝深さ h 、山底幅 t の間には $h \geq 2w$ 、 $t < w$ の関係が成立し、山は全体として実質的に山頂角 α が 30° 乃至 90° の断面三角形で、且つ、山内部にその長手方向に連通した三角形のトンネル状通路が設けられ、また、山頂部には、所定間隔で断続したスリット状の開口部がトンネル状通路に連通して設けられていて、前記開口部は幅 v が0.05乃至0.15mm、長さ l が0.05乃至0.15mmの範囲であり、さらに非開口部長さ c が開口部長さ l に対して1乃至10倍であることを特徴とする伝熱管。

【請求項2】 熱伝導性に優れた板あるいは帯条に溝付ロール等を押圧させて、溝底幅 w 、溝深さ h 、山底幅 t の間に $h \geq 2w$ 、 $t < w$ の関係が成立し、且つ、溝のリード角 β が 5° 乃至 30° の多数の溝を表面に形成する第1工程と、この多数の溝が表面に形成された板あるいは帯条に溝付ロール等を押圧させて、隣り合う山を交互に接近、離間させて、山頂角 α が 30° 乃至 90° で、山頂部に幅 v が0.05乃至0.15mmの開口部が存し、且つ、内部に断面三角形で前記開口部に連通するトンネル状通路が設けられている断面三角形の山を溝間に形成する第2工程と、次いで、ロールフォーミング法によって管状に変形した後、突き合わせた縁部を溶接により接合する第3工程とからなることを特徴とする伝熱管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、冷凍機、空気調和機の蒸発器に使用して好適な伝熱管およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の蒸発器の熱交換性能を向上させる目的で開発または提供された伝熱管としては、管内を流れる冷媒の蒸発あるいは沸騰の際の伝熱性能を向上させる観点から次の項目の改善が必要とされている。①内表面積を拡大すること。②流れの乱れを大きくして伝熱抵抗を下げる。③内面での沸騰が活発に行われるようにすること。④上記①～③項の適当な組合せによって、さらに性能の改善をはかること。

【0003】 ①項を満足する伝熱管としては、管内に高いフィンを成形あるいはフィン材を管内に装入したものがある。②項に対してはコルゲート管があり、③項に対しては粒子を内面に焼結した伝熱管がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、①項が満足し得る上記伝熱管は、管内を流れる冷媒の圧力損失が平滑管の約10倍と大きくなって使用上問題があり、また、コルゲート管についても圧力損失が平滑管の約5倍と大きいのでやはり問題がある。

【0005】 一方、粒子を焼結した伝熱管は、伝熱性能が平滑管に対して約5～10倍となるが、小径化、長尺化が困難であること、生産性が低くコスト高となるのが弱点である。

【0006】 近年、多くのルームエアコンや冷凍機の蒸発器に①、②項を組合せてなる内面溝付管が使用されてきているが、これは、溝が微細なため圧力損失が平滑管の約2倍程度と比較的小さいことや、溝によって内面積が増加し平滑管の約1.5倍となること、また、溝が管軸に対して $5^\circ \sim 30^\circ$ とねじれていて流れが旋回することにより、伝熱性能が平滑管の約2～3倍に改善されるなどの利点があることからである。さらに、機械加工（抽伸機による芯引き加工など）により製造され長尺化、小径化も可能になったことから大きく普及した。

【0007】 しかし、今後、ヒートポンプ機の高性能化をさらに進めるには、伝熱性能をより一層改善する必要があるが、現在の溝形状では限界に達して、長尺化、小径化を併せて満足し得るものは到底得られないとされている。

【0008】 このように伝熱性能を改善しようとする、沸騰がより活発に起こり得る如き構造を伝熱管内面に形成することが肝要であり、そこで本発明は、かかる要望を満たすことが可能で、しかも長尺化、小径化ならびに低コスト化を同時に果たし得る新規な構成の伝熱管を提供することを主要な目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記目的を達成するために以下述べる構成としたことを特徴とする。まず、本発明に係わる伝熱管は、内面にらせん状の溝を有する内面溝付伝熱管であって、溝のリード角 β が 5° 乃至 30° の範囲であり、溝断面形状が実質的に台形であり、溝底幅 w 、溝深さ h 、山底幅 t の間には $h \geq 2w$ 、 $t < w$ の関係が成立し、山は全体として実質的に山頂角 α が 30° 乃至 90° の断面三角形で、且つ、山内部にその長手方向に連通した三角形のトンネル状通路が設けられ、また、山頂部には、所定間隔で断続したスリット状の開口部がトンネル状通路に連通して設けられていて、前記開口部は幅 v が0.05乃至0.15mm、長さ l が0.05乃至0.15mmの範囲であり、さらに非開口部長さ c が開口部長さ l に対して1乃至10倍としたものである。

【0010】 次に、本発明に係わる伝熱管の製造方法は、熱伝導性に優れた板あるいは帯条に溝付ロール等を押圧させて、溝底幅 w 、溝深さ h 、山底幅 t の間に $h \geq 2w$ 、 $t < w$ の関係が成立し、且つ、溝のリード角 β が 5° 乃至 30° の多数の溝を表面に形成する第1工程と、この多数の溝が表面に形成された板あるいは帯条に溝付ロール等を押圧させて、隣り合う山を交互に接近、離間させて、山頂角 α が 30° 乃至 90° で、山頂部に幅 v が0.05乃至0.15mmの開口部が存し、且つ、内部に断面三角形で前記開口部に連通するトンネル状通路が設けられてい

る断面三角形の山を溝間に形成する第2工程と、次いで、ロールフォーミング法によって管状に変形した後、突き合わせた縁部を溶接により接合する第3工程とからなるものである。

【0011】

【作用】本発明によれば、断面三角形の山内に形成されて、しかも山頂部に開口部を有する図4に示される如きトンネル構造は、冷媒が沸騰する際、発生した気泡が全て伝熱面から離脱することなく、一部が開口部に保持されて図7に示す状態を呈し、「過熱度＝管壁温度－液温度」の関係より明らかなように、大きな過熱度を必要としない。またそのために高い伝熱性能を示すのである。

【0012】また、板をロールフォーミング加工し、溶接によって管を成形する方法を採用することによって、長尺化が可能であり、さらに幅の狭い帯条を使用することによって小径化が当然可能である。

【0013】次に、溝形状の数値限定の理由を説明する。溝のリード角 β については、 5° 未満では冷媒流量が大きくなったときに、旋回流が得られなくなるため蒸発性能が低下することになり、一方、 30° を超えると圧力損失が増大するため伝熱性能が低下し、さらに山中央部のトンネル状通路の両サイドを構成する壁部を、各々個別にロール圧延成形する場合、ロールの歯型とその壁部となる山が干渉して成形が困難となる問題があり、これ等を勘案してリード角 β を 5° 乃至 30° の範囲にすることとした。

【0014】山頂角 α に関しては、 30° 未満では山中央部のトンネル状通路両サイドを構成する壁部を各々個別にロール圧延成形する場合に、前述した通り干渉が生じて成形困難となる。一方、 90° 以上では、山斜面の液膜厚さが厚くなって、凝縮性能が低下する。したがって、山頂角 α は 30° 乃至 90° の範囲にすることとした。

【0015】山頂開口部の大きさについては、幅 v および長さ l が 0.05mm 未満では、トンネル状通路内の気泡の内圧が十分高まらなくて気泡が放出されにくくなるため沸騰性能が低下することになり、一方、 0.15mm を超えると、気泡が一気に放出され、トンネル状通路内から気泡が離脱して連続した沸騰現象が生じなくなる。したがって、山頂開口部の大きさは、 $v=0.05\sim0.15\text{mm}$ 、 $l=0.05\sim0.15\text{mm}$ とした。

【0016】さらに、山頂開口部の長さ l と非開口部の長さ c との関係については、鋸歯状の溝を有するロールで刻みを入れて開口部と非開口部とを形成する加工による場合で、刻み部が非開口部、非刻み部が開口部となる例えばAタイプと称するものは、 c/l が $1/1$ 未満では山頂部強度が不足して熱交換器組立ての際の拡管加工で山頂部が潰れ、開口部が閉じてしまう。また c/l が大きくなるとそれに伴い必然的に沸騰に有効な開口数が減少するので、特に c/l が $10/1$ を超えると、蒸発性能が平滑管の2.5倍程度となって従来の溝付管並みの性

能しか得られなくなる。

【0017】また、刻み部が開口部、非刻み部が非開口部となる例えばBタイプと称するものについては、 c/l が $1/1$ 未満では山頂部強度が不足して熱交換器組立ての際の拡管加工で山頂部が平坦に潰れて凝縮性能が低下し、また c/l が $10/1$ を超えると、上記Aタイプと同様の問題が生じる。したがって、 c/l は $1/1\sim10/1$ とした。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面によって説明する。図1は、本発明に係わる内面溝付伝熱管の製造工程の概要図であり、伝熱管の素材である熱伝導性に優れた板(1)例えば銅板を巻き取ってなるロール(2)が回転可能に支持されている繰り出し部(イ)、上下に配置された一対の溝付ロール(3)、(3)からなる溝成形工程(ロ)、上下に配置された一対の山合わせロール(4)、(4)からなる山成形工程(ハ)、同じく上下に配置された一対の刻みロール(5)、(5)からなる開口成形工程(ニ)、水平方向の間隔を順次狭めて相対向して配設された複数組の一対のフォーミング用ロール(6)、(6)……からなる管成形工程(ホ)および溶接機(7)によって管状となった突き合わせ縁部を連続溶接する溶接工程(ヘ)が上手側から順に設けられている。

【0019】繰り出し部(イ)から例えば幅 30mm 、厚さ 0.5mm の銅板(1)が繰り出されると、一対の溝付ロール(3)、(3)間を通過して、その間に深さ h が 0.3mm 、リード角 18° の溝(8)と、山頂角 α が 30° の断面三角形の山(9)とが交互に配置された溝数70の溝加工が溝成形工程(ロ)で行われる。図2は溝成形された板の部分拡大図で、図に示される通り、溝(8)の断面形状は台形であり、溝底幅 w 、溝深さ h 、山底幅 t の間には $h\geq 2w$ 、 $t<w$ の関係が成立している。

【0020】次いで、山成形工程(ハ)に送られて、一対の山合わせロール(4)、(4)間に通され、隣り合う山(9)、(9)の相互を接近させて、図3に示す通り、山頂に開口幅 v が $0.05\sim0.15\text{mm}$ である間隙(11)が形成され、同時にこの間隙(11)に連通して山(9)、(9)に挟まれてなるトンネル状通路(10)が長手方向に延びて形成される。

【0021】続いて、開口成形工程(ニ)に送られて、鋸歯状の溝を有する一対の刻みロール(5)、(5)によって、溝(8)とは逆リード方向に、間隙(11)が存する山頂部に刻みを入れ、図4に示される如く、刻みの入った部分の材料が変形して、この溝頂部が閉じた前記Aタイプ構造の波形が形成される。

【0022】この工程(ニ)で、山頂部に閉塞部と開口部とを交互に有するトンネル状通路(10)を山部内に形成することができる。

【0023】次に、上記の如く加工された板(1)を管成形工程(ホ)のフォーミング用ロール(6)、(6)……に導いて、山、溝を有する面が内面になるように両縁部が

ら順に丸曲げ加工して所定径の管に曲げ、突き合わされた縁部を次の溶接工程(へ)で、溶接機(7)によって高周波抵抗溶接し内面溝付伝熱管に仕上げる。

【0024】上記製造工程および要領で、表1に示す如き管諸元の直径9.52mmの伝熱銅管を製造し、従来の台形溝付銅管および平滑銅管と併せて蒸発性能(Eva.)ならびに凝縮性能(Cond.)の性能比較を行った。その結果を併せて表1に示す。表1より明らかなように、本発明に係わる伝熱銅管は、蒸発性能(Eva.)ならびに凝縮性能(Cond.)ともに優れるものであ

【0025】尚、上記性能試験は、長さ5000mmの管および*

*び冷媒としてフロンR-22を使用し、管内に冷媒を流量50kg/hrで流し、蒸発温度7℃、出口過熱度5℃の条件下で管内境界伝熱性能を調査した。

【0026】また、表1中の管諸元において、 β は溝のリード角、 α は山頂角、 v は開口部の幅、 l は開口部の長さ、 c は非開口部の長さ、 h は溝深さを示す。また $N_{0.25}$ は内面平滑管である。また判定は、Eva. 3.0以上且つCond. 2.2以上である場合を○、Eva. とCond. のいずれか一方あるいは両者が前記値以下である場合を△とした。

【0027】

【表1】

区 分	No	タイプ	管 諸 元										性 能		判 定
			β	α	v	l	c/l	h	溝数	平均 肉厚	溝ピ ッチ	Eva.	Cond.		
本 発 明 例	1	A	5	30	0.05	0.05	10/1	0.2	91	0.36	0.30	4.0	2.5	○	
	2	"	5	60	0.10	0.05	9/1	"	50	0.36	0.56	4.0	2.6	○	
	3	"	7	75	0.15	0.10	5/1	"	41	0.37	0.68	3.5	2.5	○	
	4	B	10	45	0.10	0.10	3/1	"	60	0.36	0.47	4.2	3.0	○	
	5	"	10	60	0.10	0.15	5/1	"	50	0.36	0.56	4.0	2.9	○	
	6	"	10	75	0.05	0.10	7/1	"	41	0.37	0.68	3.2	2.7	○	
	7	A	18	60	0.15	0.10	3/1	"	50	0.36	0.56	4.0	2.6	○	
	8	"	18	75	0.05	0.05	9/1	"	41	0.37	0.68	3.5	2.5	○	
	9	"	18	90	0.10	0.15	6/1	"	32	0.36	0.65	3.5	2.3	○	
	10	B	25	60	0.05	0.15	5/1	"	50	0.36	0.56	4.0	2.7	○	
	11	"	25	75	0.10	0.10	3/1	"	41	0.37	0.68	3.7	2.9	○	
	12	"	25	90	0.15	0.10	4/1	"	32	0.36	0.65	3.5	2.4	○	
	13	"	30	75	0.10	0.15	1/1	"	41	0.37	0.68	3.5	2.9	○	
	14	"	30	90	0.10	0.10	2/1	"	32	0.36	0.65	3.7	2.4	○	
比 較 例	15	A	3	25	0.02	0.02	15/1	"	100	0.36	0.28	3.0	2.0	△	
	16	"	3	100	0.02	0.05	10/1	"	28	0.36	1.0	2.8	1.8	△	
	17	"	10	25	0.20	0.02	15/1	"	100	0.36	0.28	3.3	2.0	△	
	18	B	20	100	0.20	0.02	15/1	"	28	0.36	1.0	2.8	1.9	△	
	19	"	30	100	0.02	0.02	15/1	"	28	0.36	1.0	2.8	1.9	△	
	20	"	40	25	0.02	0.05	10/1	"	100	0.36	0.28	3.2	2.1	△	
従 来 例	21	台 形 溝 付 管	7	50	-	-	-	"	60	0.36	0.47	2.4	2.3	△	
	22		18	60	-	-	-	"	50	0.36	0.56	2.5	2.9	△	
	23		18	75	-	-	-	"	41	0.37	0.68	2.0	2.1	△	
	24		25	60	-	-	-	"	50	0.36	0.56	2.5	2.7	△	
	25	平	-	-	-	-	-	-	-	0.36	-	1	1	-	

【0028】以上説明した例とは別に、図5に示す成形ロール(12)によって互いに隣り合う山(9)、(9)を寄せて頂部を密着させると同時に、この頂部よりは僅かに低い頭部を形成して、この頭部に開口を設けてなる溝付管(図6参照)を製作することも可能であり、いずれも開

口部の幅 v および長さ l が共に0.05~0.15mm、非開口部長さ c が前記長さ l に対し1乃至10倍の長さとなるように製作することが肝要である。

【0029】

【発明の効果】スリット状で断続した間欠配置の開口部

を有するトンネル構造を管内壁に多数備えてなる本発明伝熱管は、上述した通り、冷媒沸騰の際、大きい過熱度を必要としないことから高い伝熱特性を示すものである。

【0030】また、板を加工し溶接によって管に成形するので小径化、長尺化が可能であり、さらに連続的且つ量産的に管成形が可能であって低コストの伝熱管を容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる実施例の伝熱管の製造工程の概要図である。

【図2】図1の溝成形工程における中間製品の部分拡大斜視図である。

【図3】図1の山成形工程における中間製品の部分拡大斜視図である。

【図4】本発明に係わる実施例の伝熱管の内壁の部分拡大斜視図である。

【図5】本発明に係わる他の実施例の開口成形工程における中間製品の部分拡大断面図である。

【図6】本発明に係わる他の実施例により得られる伝熱

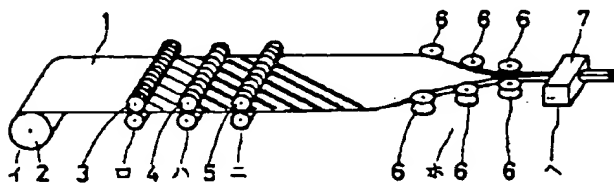
管の内壁の部分拡大斜視図である。

【図7】本発明伝熱管の管壁での沸騰状態を説明するための拡大断面図である。

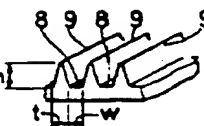
【符号の説明】

1 : 板	2 : ロール	3 : 溝
付ロール		
4 : 山合わせロール	5 : 刻みロール	6 : フ
ォーミング用ロール		
7 : 溶接機	8 : 溝	9 : 山
10 : トンネル状通路	11 : 間隙	
イ : 繰り出し部	ロ : 溝成形工程	ハ : 山
成形工程		
ニ : 開口成形工程	ホ : 管成形工程	ヘ : 溶
接工程		
α : 山頂角	w : 溝底幅	h : 溝
深さ		
t : 山底幅	v : 開口部の幅	l : 開
口部の長さ		
c : 非開口部の長さ	β : 溝のリード角	

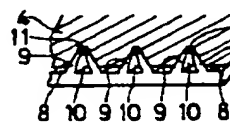
【図1】



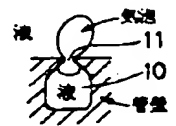
【図2】



【図3】

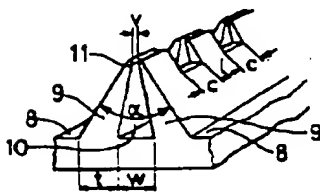


【図7】



【図6】

【図4】



【図5】

